

## 수확 후 전처리 방법에 따른 ‘미풍’ 밤의 저장 중 품질 변화

오성일 · 박윤미 · 김만조\*  
국립산림과학원 특용자원연구과

### Changes in Quality of ‘Mipung’ Chestnut during Storage by Pre-treatment Methods after Harvest

Sung-II Oh, Yunmi Park and Mahn-Jo Kim\*

Division of Special-purpose Trees, National Institute of Forest Science, Suwon 16631, Korea

**요약:** ‘미풍’ 밤의 수확 후 전처리 방법(수냉식 예냉, 수냉식 예냉+오존, 수냉식 예냉+마이크로버블, 수냉식 예냉+오존+마이크로버블)이 저장 중 품질에 미치는 영향을 조사하였다. 밤 과실의 품질변화는 세척 처리보다 수냉식 예냉 처리의 효과가 더 크게 나타났다. 하지만 부패율과 미생물 수에서는 처리구간 차이가 확연히 나타났다. 부패율은 저장 12주 후 무처리구가 20.0%로 가장 높았고 수냉식 예냉+오존 처리구와 수냉식 예냉+오존+마이크로버블 처리구가 3.3%로 가장 낮게 나타났다. 미생물 수는 세척처리 직후 무처리구(4.4 log CFU/g) > 수냉식 예냉 처리구(4.0 log CFU/g) > 수냉식 예냉+오존+마이크로버블 처리구(3.5 log CFU/g) > 수냉식 예냉+오존 처리구(3.4 log CFU/g) > 수냉식 예냉+마이크로버블 처리구(3.3 log CFU/g) 순으로 차이가 나타났으며 저장 12주 후에는 4.7-5.9 log CFU/g 범위 내에서 증가하였다. 따라서 ‘미풍’ 밤의 세척처리는 밤 과실의 부패를 경감시킴으로써 밤의 품질유지에 효과적이었고, 특히 오존처리가 밤 과실의 품질유지와 저장성에 가장 효과적이라고 판단된다.

**Abstract:** The effects of pre-treatment methods (water cooling, water cooling+ozone, precooling+microbubble, water cooling+ozone+microbubble) after harvest on the quality of ‘Mipung’ chestnut were studied. Changes in quality of chestnut were greater precooling treatments effect than washing treatments. But, decaying rate and total microorganism were significantly differences among treatments. The decaying rate after 12 weeks storage was highest at 20.0% in non-treatments and lowest at 3.3% in water cooling+ozone and water cooling+ozone+microbubble treatments. The total microorganism immediately after washing treatments was in the order non-treatments (4.4 log CFU/g) > water cooling treatments (4.0 log CFU/g) > water cooling+ozone+microbubble treatments (3.5 log CFU/g) > water cooling+ozone treatments (3.4 log CFU/g) > water cooling+microbubble treatments (3.3 log CFU/g), and after 12 weeks storage was increased within 4.7 to 5.9 log CFU/g. Thus, the washing treatments, especially ozone treatments, extended the shelf-life of the ‘Mipung’ chestnut by inhibiting the decaying.

**Key words:** *Castanea crenata*, quality, storage, precooling, ozone, microbubble

## 서론

밤나무는 참나무과(*Fagaceae*) 밤나무속(*Castanea*)의 낙엽활엽성 교목으로 원산지는 아시아, 유럽, 북아메리카 및 북아프리카 등 4개 대륙에 걸쳐 있으며, 북반구의 온대지역에 많이 분포하고 있다. 주요 재배 수종으로는 일본밤나무(*Castanea crenata* Sieb et Zucc), 중국밤나무(*C. mollissima* Blume), 유럽밤나무(*C. sativa* Miller), 미국밤나무(*C. dentata* Borkhausen) 등이 재배 생산되고 있다 (Kim et al., 2006). 밤은 예로부터 관혼상제에 빠져서는 안

되는 중요한 과실로 영양가가 풍부하여 기호 식품 외에도 대용식량 자원 그리고 최근 각광받는 건강 기능성 소재로서의 식품학적 가치를 지니고 있다(Jeong et al., 2012).

우리나라는 세계 제 2의 밤 생산국으로 세계 밤 총 생산량의 23%를 점유하는 중국에 이어 19%를 점유하고 있다. 밤의 소비 형태는 주로 명절에 제수용인 생과용, 겨울철의 군밤용, 그리고 통조림의 원료로 55% 정도가 국내에서 소비되며 간밤, 밤통조림, 생밤용의 형태로 45% 정도가 수출되고 있다(Son et al., 2003).

국내의 밤 생산은 품종 육성과 재배 기술의 보급에 따라 생산량이 증가하여 밤 과실의 장기 저장에 관한 연구가 활발하게 수행되어 저온저장과 움 저장방법에 의한 저

\*Corresponding author  
E-mail: otttr@korea.kr

장효과(Yim et al., 1980), 상자 저장과 방사선 조사 저장 효과(Shin et al., 1982), CA저장과 폴리에틸렌 필름의 밀봉 저장 효과(Lee et al., 1985), 동결건조 과정 중 지질성분의 변화와 무기질이 밤 과육의 조직에 미치는 영향에 관한 연구(Ha et al., 1982) 등이 진행되어 왔다. 이러한 연구 결과, 생밤의 저장기술은 일반 밤 생산농가에 보급되어 활용되고 있다. 하지만 밤 과실의 수확 후 저장 전처리에 관한 연구는 미비한 실정이다.

최근 원예작물의 저장 및 유통 중 발생하는 품질저하의 주된 원인으로 곰팡이 등 미생물의 증식으로 인한 부패가 큰 비중을 차지하고 있다(Kim et al., 2010). 이러한 곰팡이 등의 미생물을 억제하기 위해 이산화염소수(Park et al., 2008), 전해환원수(Jeong et al., 1999), 오존수(Oh et al., 2005), 염소수(Kim et al., 2007), 전기분해수(Jeong et al., 2006), 마이크로버블(Lee et al., 2009) 등 여러 세척수를 이용한 전처리 방법의 연구가 진행되었다. 그중 오존수는 염소보다 산화력이 높고 1 ppm 이하의 낮은 농도로도 사용가능하고, 빨리 산소로 분해하여 잔류물이 남지 않으며, 처리과정 중에 염소와 같이 pH를 조절할 필요가 없어(Khadre et al., 2001) 원예작물에서 부패를 방지하는데 매우 효과적인 연구결과가 보고되어 있다(Xu, 1999). 마이크로버블은 센티미터 단위의 큰 기포가 수면위로 빠르게 상승하여 파열하는 방식인 일반버블과 달리 마이크로미터 단위의 작은 기포로 50  $\mu\text{m}$ 이하의 미세한 기포로 수면위로 천천히 상승하여 파열한다. 마이크로버블의 발생 원리는 마이너스이온을 함유한 물에 0.1 mm의 거품을 대량 넣어 강한 압력을 가하여 나팔모양의 구멍을 통과시키면 작은 버블이 나오는 원리이다. 마이크로버블 세척방법은 용존산소를 공급하는 기능, 생물의 생리활성을 촉진시키는 기능 그리고 제균 기능이 특징으로 알려져 있다(Kim et al., 2009).

따라서 본 연구는 밤 과실의 수확 후 전처리 방법으로 수냉식 예냉과 오존 및 마이크로버블 세척 처리가 저장 중 품질에 미치는 영향을 조사하여, 생밤의 유통 중 품질 유지 및 상품성을 증진시키고자 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험재료 및 처리

실험에 사용한 밤은 2014년 9월 국립산림과학원 밤나무시험림에서 '미풍' 품종을 수확하여 건조되거나 병해충 피해가 있는 과실은 선별 및 제거한 후 건전한 과실만을 사용하였다. 선별한 밤은  $2\pm 1^\circ\text{C}$ 의 물에서 6시간 동안 수냉식 예냉을 실시하였다. 수냉식 예냉 후 밤 과실을 세척 탱크에 넣고 오존(0.2 ppm), 마이크로버블 그리고 오존(0.2 ppm)+마이크로버블 세척수에 10분 동안 침지시킨 후 흡

수지로 밤 표면의 물기를 제거하였다. 오존 용액은 오존 발생기(WHOZ-10, Cheonglimtech., Korea)와 산소발생기(Integra 7, SeQual Technologies Inc., USA)를 통해 생성되었으며, 마이크로버블은 마이크로버블발생기(O.N.B MIN/100, O.K. Nano Tech, Korea)를 통해 세척탱크에 마이크로버블 입자가 가득 생성될 때까지 발생시켰다. 물기가 제거된 밤은 무작위로 10개씩 5  $\mu\text{m}$  두께의 PE+Nylon 재질의 7-layer 필름(8 inch, ROLLPAK Co., Korea)에 넣고 밀봉 후  $-1\pm 1^\circ\text{C}$  저장고에 저장하였다. 밤 과실 10개를 1반복으로 하여 3반복씩 1주일 간격으로 12주 동안 과실의 품질변화를 관찰하였다.

### 2. 과실 품질 및 특성조사

밤의 중량감소율은 초기중량과 저장 12주 후 측정된 시료의 중량 차이를 초기중량에 대한 백분율(%)로 나타내었으며, 수분함량은 수분측정기(MOC-120H, Shimadzu Co., Japan)를 이용하여  $105^\circ\text{C}$ 에서 가열건조 질량측정 방식으로 분석하였다.

밤색도는 표준백판( $L = 97.40$ ,  $a = -0.49$ ,  $b = 1.96$ )으로 보정된 Chromameter(CR-400, Minolta Co., Japan)를 사용하여 측정하였으며, 과실의 바깥쪽 면의 주두와 좌면 사이를 20반복으로 Hunter L, a 그리고 b값을 측정하였다. 각 처리구간 색도의 차이는 초기 값에 대한 색차(color difference,  $\Delta E$ )를 이용하여 분석하였으며 계산식은 다음과 같다.

$$\Delta E = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2}$$

경도는 물성측정기(CR-3000EX-S, Sun Scientific Co., Japan)를 이용하여 측정하였고, 당도는 과육의 중앙부를 채취하여 즙을 낸 후 당도계(RA-510, Kyoto Electronics MFG Co., Japan)를 이용하여 측정하였으며, 조사는 20반복으로 저장기간 동안 관찰하였다.

관능적 품질평가는 5명의 훈련된 평가원에 의해 시료의 식미, 식감, 이취를 평가하였다. 밤의 식미, 식감 그리고 이취는 1주일 간격으로 개봉 즉시 20반복으로 측정하였으며, Meilgaard et al.(1991)의 방법을 응용하여(5=매우 좋음; 4=좋음; 3=보통; 2=안 좋음; 1=매우 안 좋음) 5점 척도 법으로 평가하였다.

### 3. 부패율 및 곰팡이 밀도

저장기간 동안 밤의 부패율은 저장시료를 육안으로 관찰하여 부패된 과실의 개수를 전체 개수에 대한 백분율(%)로 표시하였다.

곰팡이 밀도는 밤의 외피를 10 g씩 채취하여 멸균수 90 mL에 담가 균질화시킨다. 균질화된 용액을 단계별로 10배씩 희석하여 효모 및 곰팡이용 배지에 1 mL씩 분주하

였다. 분주된 배지는 25°C에서 96시간 동안 배양 후 육안으로 콜로니의 개수를 측정하여 log CFU/g으로 나타내었다.

### 결과 및 고찰

#### 1. 밤 과실의 품질 변화

수확 후 전처리 방법에 의한 밤 과실의 중량과 수분감소율을 조사한 결과는 Figure 1과 같다. 중량감소율은 무처리구(A)에서 5.3%, 수냉식 예냉 처리구(B)에서 3.6%, 수냉식 예냉+오존 처리구(C)에서 2.8%, 수냉식 예냉+마이크로버블(D) 처리구에서 3.2% 그리고 수냉식 예냉+오존+마이크로버블(E) 처리구에서 3.3%로 무처리구의 중량감소율이 가장 높게 나타났다. 수분감소율은 처리구간 유의성은 인정되지 않았지만 무처리구가 8.7%로 가장 높게 나타났으며, 다른 처리구들은 7.6-8.0%의 수분감소율을 나타냈다. 수분손실은 과실의 무게손실과 표피의 변형을 야기시키며, 품질을 급격히 저하시키는 원인이 된다(Hwang et al., 2013). 모든 원예작물의 수확 후 높은 품온은 작물의 호흡 등 물질대사율을 증가시키고 호흡열을 발생시켜 많은 에너지를 소모하게 한다(Kader, 2002). 따라서 수확

후 대사활동을 저하시키고 노화를 지연시키기 위해서는 온도가 낮을 때에 수확하거나, 수확 후 즉시 예냉처리로 호흡열의 제거가 필요하다(Jung et al., 2010). 본 연구에서도 수확 후 전처리 방법으로 수냉식 예냉처리를 통해 밤 과실의 품온을 낮췄기 때문에 호흡과 증산속도가 억제되어 무처리구보다 수냉식 예냉 처리구에서 중량 및 수분감소율이 낮았다고 생각된다.

수확 후 전처리 방법에 의한 저장 중 밤 과실의 당도와 경도 변화를 조사하였다(Figure 2). 당도는 모든 처리구에서 저장 기간이 경과함에 따라 증가하여 저장 12주 후 21.6-23.4 °Brix로 나타났지만 처리구간 유의성은 인정되지 않았다. 다만 무처리구가 다른 처리구보다 저장 2주 후 당도가 21.3 °Brix로 급격히 증가하였다. 이는 무처리구가 수냉식 예냉 처리구보다 호흡속도가 증가하였기 때문에 밤 과육 내부의 전분이 당으로 전환되어 당도가 빠르게 상승했다고 판단된다. 경도는 모든 처리구에서 저장기간 동안 감소하였으며 무처리구가 급격히 감소하는 것으로 나타났다. 저장 초기 10.1 N이었던 경도는 저장 12주 후 무처리에서 8.6 N, 수냉식 예냉 처리구에서 8.8 N, 수냉식 예냉+오존 처리구에서 9.1 N, 수냉식 예냉+마이크로버블

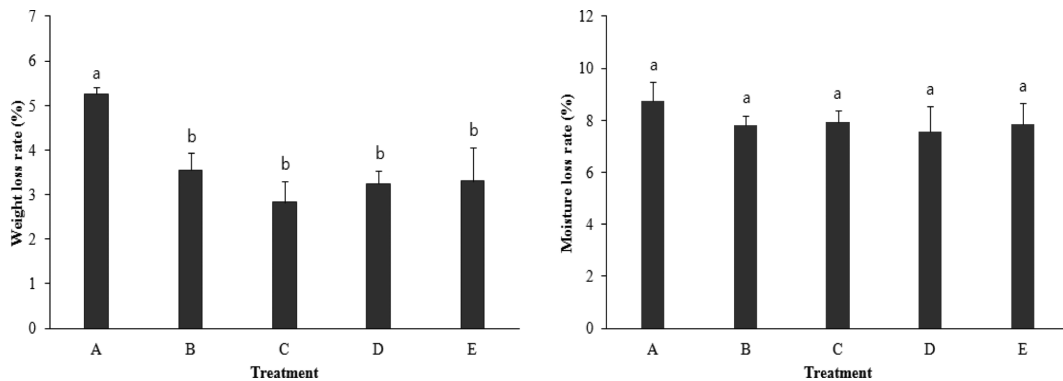


Figure 1. Weight and moisture loss rate after 12 weeks storage of ‘Mipung’ chestnut by Pre-treatments after Harvest. A, non-treatment; B, water cooling; C, water cooling + ozone washing; D, water cooling + microbubble washing; E, water cooling + ozone + microbubble washing. Means ± SD(n=3) with different letters above a bar are significantly different at p<0.05.

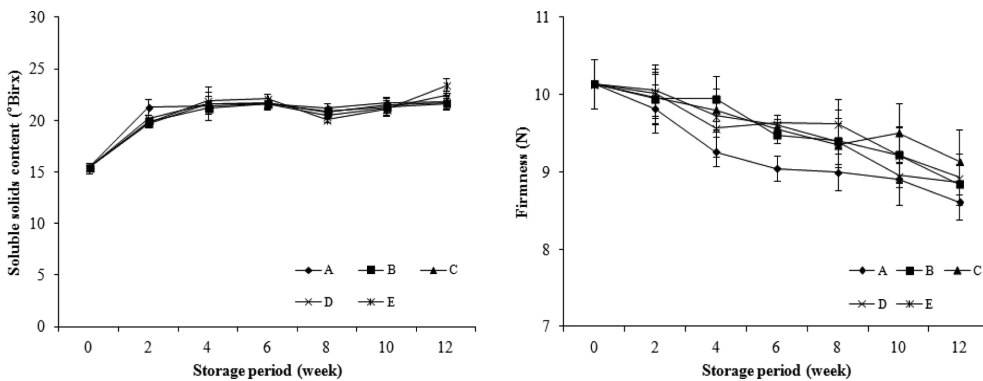
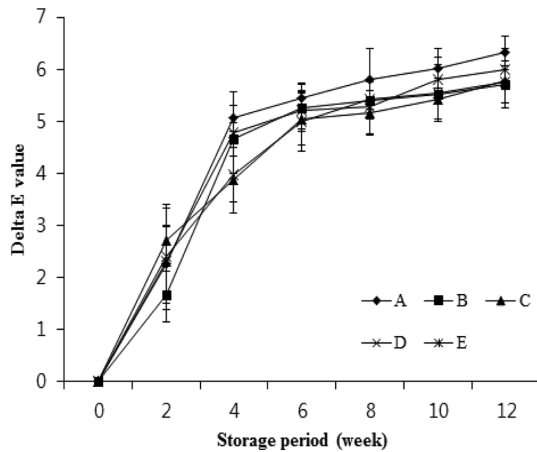


Figure 2. Changes in soluble solids content and firmness of ‘Mipung’ chestnut by Pre-treatments after Harvest. A, non-treatment; B, water cooling; C, water cooling + ozone washing; D, water cooling + microbubble washing; E, water cooling + ozone + microbubble washing. Means ± SD(n=20) with different letters above a bar are significantly different at p<0.05.



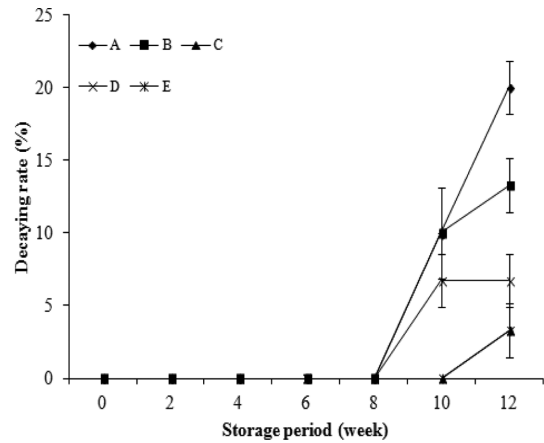
**Figure 3. Changes in color difference of 'Mipung' chestnut by Pre-treatments after Harvest.** A, non-treatment; B, water cooling; C, water cooling + ozone washing; D, water cooling + microbubble washing; E, water cooling + ozone + microbubble washing. Means  $\pm$  SD(n=20) with different letters above a bar are significantly different at  $p < 0.05$ .

처리구에서 8.9 N 그리고 수냉식 예냉+오존+마이크로버블 처리구에서 8.9 N으로 감소하였다. 특히 무처리구의 경도는 저장 초기부터 급격히 감소하여 다른 처리구보다 유의하게 낮았다. Cecchini et al.(2011)는 밤 과실의 저장기간 동안 수분증발이 과육의 유연성을 감소시켜 경도가 증가한다고 하였지만 본 연구에서는 반대로 감소하였다. 이는 과실의 수분감소보다는 저장 중 polygalacturonase(PG)와 같은 효소 활성에 의해 과실의 경도가 감소하였고(Tavarini et al., 2009), 무처리구의 높은 품온으로 밤 과실의 호흡속도가 증가하여 세포벽 분해효소의 활성을 촉진시켜 무처리구의 경도가 급격히 감소하였다고 판단된다.

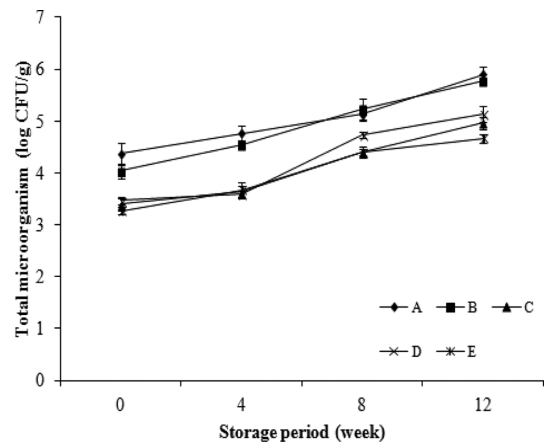
밤 과실 표면의 색차는 수확 직후 측정된 표면 색상의 값을 기준으로 2주 간격으로 측정하였다(Figure 3). 밤 과실의 색차는 모든 처리구에서 저장기간이 경과됨에 따라 증가하는 경향을 보였다. 밤 과실의 표면 색변화는 저장기간 동안 과실의 수분손실과 부패로 인하여 외피의 색상이 변했다. 또한 오존처리의 경우 고농도 오존수 처리 시 과실의 색택을 변화시킨다고 하였다(Cho et al., 2003). 본 연구에서는 0.2 ppm의 농도 오존수에서 세척을 하였기 때문에 색변화가 크지 않았다고 생각한다.

## 2. 부패율 및 미생물 수

수확 후 전처리 방법에 의한 저장 중 밤 과실의 부패율 변화를 조사한 결과는 Figure 4와 같다. 저장 초기에는 모든 처리구에서 부패가 발생하지 않았지만 저장 8주 후부터 처리구간 차이가 나타나며 부패가 발생하였다. 무처리구가 저장 12주 후 20%로 부패율이 가장 높았으며, 수냉식 예냉+오존 처리구와 수냉식 예냉+오존+마이크로버블 처리구가 3.3%로 낮은 부패율을 보였다. 밤 과실의 외피



**Figure 4. Changes in decaying rate of 'Mipung' chestnut by Pre-treatments after Harvest.** A, non-treatment; B, water cooling; C, water cooling + ozone washing; D, water cooling + microbubble washing; E, water cooling + ozone + microbubble washing. Means  $\pm$  SD(n=10) with different letters above a bar are significantly different at  $p < 0.05$ .



**Figure 5. Changes in total microorganism of 'Mipung' chestnut by Pre-treatments after Harvest.** A, non-treatment; B, water cooling; C, water cooling + ozone washing; D, water cooling + microbubble washing; E, water cooling + ozone + microbubble washing. Means  $\pm$  SD(n=3) with different letters above a bar are significantly different at  $p < 0.05$ .

부위에서 미생물 수를 측정된 결과(Figure 5), 미생물 수는 세척처리 직후 무처리구(4.4 log CFU/g) > 수냉식 예냉 처리구(4.0 log CFU/g) > 수냉식 예냉+오존+마이크로버블 처리구(3.5 log CFU/g) > 수냉식 예냉+오존 처리구(3.4 log CFU/g) > 수냉식 예냉+마이크로버블 처리구(3.3 log CFU/g)순으로 차이가 나타났으며 저장 12주 후에는 4.7-5.9 log CFU/g 범위 내에서 증가하였다. 오존수(Kim et al., 2007)와 마이크로버블(Lee et al., 2011)의 미생물 제거 및 제어 효과에 대해서는 다수의 연구가 진행되어 있다. 본 연구에서도 오존 및 마이크로버블 세척이 미생물 감소에 영향을 미쳤고 미생물 감소는 부패과를 감소시키는 결과가 나타났다. 따라서 저장 또는 가공 중에는 미생물의 혼입을 제어시킬 수 없으므로 초기 미생물 수준을

**Table 1. Changes in sensory of 'Mipung' chestnut by Pre-treatments after Harvest.**

Sensory evaluation	Treatment <sup>z</sup>	Storage period (week)						
		0	2	4	6	8	10	12
Palatability	A	3.7a <sup>y</sup>	3.9a	4.1a	4.5a	4.7a	4.3a	3.7a
	B	3.7a	3.8a	4.0a	4.1a	4.6a	4.4a	3.8a
	C	3.7a	4.0a	4.1a	4.2a	4.4a	4.1a	3.5a
	D	3.7a	3.9a	4.1a	4.2a	4.4a	4.0a	3.7a
	E	3.7a	3.7a	4.2a	4.3a	4.5a	4.3a	3.9a
Texture	A	3.8a	4.3a	4.5a	4.5a	4.3ab	4.0ab	3.5a
	B	3.8a	4.1a	4.4a	4.5a	4.5a	4.2a	3.6a
	C	3.8a	4.1a	4.4a	4.4a	4.1b	4.0ab	3.6a
	D	3.8a	4.0a	4.5a	4.5a	4.0b	3.7b	3.4a
	E	3.8a	4.1a	4.5a	4.6a	4.1b	3.8ab	3.6a
Off-odor	A	5.0a	5.0a	5.0a	5.0ab	4.6b	4.3b	3.9b
	B	5.0a	5.0a	5.0a	5.0a	4.8ab	4.6ab	4.1ab
	C	5.0a	5.0a	4.9ab	4.9ab	4.8ab	4.8a	4.4a
	D	5.0a	5.0a	5.0ab	5.0ab	5.0a	4.7a	4.3a
	E	5.0a	5.0a	5.0b	4.8b	4.8ab	4.7a	4.4a

<sup>z</sup>A, non-treatment; B, water cooling; C, water cooling + ozone washing; D, water cooling + microbubble washing; E, water cooling + ozone + microbubble washing.

<sup>y</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test ( $P=0.05$ ).

감소시키는 것이 중요하다고 생각되며 저장 초기 미생물 증식을 억제시킬 수 있는 세척방법으로 오존 및 마이크로 버블의 세척이 효과가 있는 것으로 판단된다.

### 3. 관능평가

밤 과실의 외부 모양과 형태는 품질특성을 판단하는 일차적 요소이기 때문에 중요할 뿐만 아니라 향과 맛도 저장 중 품질을 판단하는 중요한 지표이다. 수확 후 전처리 방법에 의한 저장 중 밤 과실의 식미, 식감, 이취 항목에 대하여 관능검사를 실시하였으며 그 결과는 Table 1에 나타내었다. 밤 과실의 저장 중 식미 변화는 처리구간 통계적으로 유의하지는 않았지만 모든 처리구에서 증가하다 저장 8주 후부터 감소하는 경향을 보여 저장 12주 후에는 3.7-3.9점으로 나타났다. 식감도 저장 6주 후까지는 3.8-4.6점으로 유의적인 차이를 보이지 않았고 그 후 감소하기 시작하였다. 이는 밤 과실의 저장기간이 경과함에 따라 과육의 전분이 당으로 변환되었기 때문에 식미와 식감이 증가하다 저장 후기에 곰팡이와 부패 등의 원인으로 감소하였다고 생각된다. 밤 과실의 저장 중 이취 변화는 모든 처리구에서 저장기간 동안 감소하였으며 저장 12주 후 이취는 무처리구가 3.9점으로 가장 낮았고 수냉식 예냉+오존 처리구와 수냉식 예냉+오존+마이크로버블 처리구가 4.4점으로 가장 높게 나타났다. 이취 발생은 제품 포장 내부의 낮은 O<sub>2</sub> 및 높은 CO<sub>2</sub> 농도에 의한 혐기적 호흡 과정의 산물로 알려져 있다(Smyth et al., 1998). 본 연구에서도 밀봉으로 인한 포장 내부의 낮은 O<sub>2</sub>농도가 이취를

발생시켜 품질이 저하되었고 전처리에 따른 미생물 번식과 부패가 식미와 식감에 영향을 미쳤다고 판단된다.

이상의 결과를 종합하면 저장기간 동안 전처리 방법에 의한 밤 과실의 품질 변화는 세척 처리보다 수냉식 예냉 처리의 효과가 더 큰 것으로 나타났다. 하지만 부패율과 미생물 수에서는 처리구간 확연한 차이가 나타났다. 세척 처리구인 수냉식 예냉+오존 처리구, 수냉식 예냉+마이크로버블 처리구 그리고 수냉식 예냉+오존+마이크로버블 처리구가 무처리구와 수냉식 예냉 처리구보다 미생물 수가 적었으며, 부패율도 낮게 나타났다. 특히, 수냉식 예냉+오존 처리구와 수냉식 예냉+오존+마이크로버블 처리구가 부패율이 가장 낮아 오존 세척 처리가 밤 과실의 저장성 및 품질향상에 효과적이라고 판단된다.

### References

- Cecchini, M., Contini, M., Massantini, R., Monarca, D., and Moschetti, R. 2011. Effects of controlled atmospheres and low temperature on storability of chestnuts manually and mechanically harvested. *Postharvest Biology and Technology* 61: 131-136.
- Cho, J.W., Kim, I.S., Choi, C.D., Kim, I.D., and Jang, S.M. 2003. Effect of ozone treatment on the quality of peach after postharvest. *Korean Journal of Food Preservation* 10: 454-458.
- Ha, B.S., Bae, M.S., Jeong, T.M., Sung, N.J., and Son, Y.O. 1982. Studies on constituent variation during storage after freeze-drying of chestnut. *Korean Journal of Food Sci-*

- ence and Technology 14: 97-105.
- Hwang, D.K., Eum, H.L., Yeung, Y.R., Park, K.W., and Hong, S.J. 2013. Characteristics of everbearing strawberry cultivars and the effect of precooling treatment to maintain quality of 'Charlotte' cultivar grown on highland in summer season. Korean Journal of Horticultural Science and Technology 31: 282-288.
- Jeong, S.W., Jeong, J.W., Lee, S.H., and Park, N.H. 1999. Changes in quality of crown daisy and kale washed with cooled electrolyzed acid water during storage. Korean Journal of Postharvest Science and Technology 6: 417-423.
- Jeong, J.W., Kim, J.H., Kwon, K.H., and Park, K.J. 2006. Disinfection effects of electrolyzed water on strawberry and quality changes during storage. Korean Journal of Food Preservation 13: 316-321.
- Jeong, H.R., Jo, Y.N., Jeong, J.H., Jin, D.E., Song, B.G., Jin, Y.R., Kim, M.J., Lee, U., and Heo, H.J. 2012. Change in the chemical composition of chestnuts (*Castanea crenata*) from different periods. Korean Journal of Food Science and Technology 44: 393-400.
- Jung, H.J., Seo, H.T., Chio, I.L., Yoo, T.J., Son, J.S., Won, J.H., Kim, I.S., and Kang, H.M. 2010. Effect of precooling treatments on the storability of chicon during MA storage. Journal of Bio-Environment Control 19: 360-365.
- Kader, A.A. 2002. Postharvest technology of horticultural crops. University of California, Oakland, CA.
- Khadre, M.A., Yousef, A.E., and Kim, J.G. 2001. Microbiological aspects of ozone applications in food: a review. Journal of Food Science 66: 1242-1252.
- Kim, M.J., Kim, S.C., and Lee, U. 2006. Chestnut cultivars in Korea. Korea Forest Research Institute. pp. 7-16.
- Kim, J.K., Luo, Y., and Lim, D.I. 2007. Effect of ozonated water and chlorine water wash on the quality and microbial de-contamination of fresh-cut carrot shreds. Korean Journal of Food Preservation 14: 54-60.
- Kim, K.Y., Nam, M.J., Lee, H.Y., Shin, W.B., Yoon, Y.H., Kim, S.R., Kim, D.H., Ryu, J.G., Hong, M.K., You, O.J., and Chung, D.H. 2009. Microbiological safety assessment of a perilla leaf postharvest facility for application of a good agricultural practices (GAP) system. Korean Journal of Food Science and Technology 41: 392-398.
- Kim, H.S., E.J. Kim, J.H. Choi, S.I. Hong, and M.C. Jeong. 2010. Reduction of microbial populations on the surface of fresh ginseng by various washing treatments. Korean Journal of Food Preservation 17: 405-409.
- Lee, B.Y., Yoon, I.H., Kim, Y.B., Han, P.J., and Lee, C.M. 1985. Studies on storing chest - nut (*Castanea crenata* var. *dulcis* Nakai) sealing with polyethylene film. Korean Journal of Food Science and Technology 17: 331-335.
- Lee, S.A., Youn, A.R., Kwon, K.H., and Kim, B.S. 2009. Washing effect of micro-bubbles and changes in quality of lettuce (*Lactuca sativa* L.) during storage. Korean Journal of Food Preservation 16: 321-326.
- Lee, W.J., Lee, C.H., Yoo, J.Y., Kim, K.Y., and Jang, K.I. 2011. Sterilization efficacy of washing method using based on microbubbles and electrolyzed water on various vegetables. Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition 40: 912-917.
- Meilgaard, M., Civille, G.V., and Carr, B.T. 1991. Sensory evaluation techniques. 2 nd ed. CRC press.
- Oh, S.Y., Choi, S.T., Kim, J.K., and Lim, C.I. 2005. Removal effects of washing treatments on pesticide residues and microorganism in leafy vegetables. Korean Journal of Horticultural Science and Technology 23: 250-255.
- Park, K.J., Jeong, J.W., Lim, J.H., Jang, J.H., and Park, H.J. 2008. Effect of an aqueous chlorine dioxide generator and effect on disinfection of fruits and vegetables by immersion washing. Korean Journal of Food Preservation 15: 236-242.
- Shin, D.H., Bae, J.S., and Bae, K.W. 1982. Studies on the preservation of Korean chestnuts. Korean Journal of Food and Nutrition 11: 41-46.
- Smyth, A.B., Song, J., and Cameron, A.C. 1998. Modified atmosphere packaged cut iceberg lettuce: Effect of temperature and O<sub>2</sub> partial pressure on respiration and quality. Journal of Agricultural and Food Chemistry 46: 4556-4562.
- Son, C.H., Seok, H.D., and Min, K.T. 2003. Trend and future of the domestic industry for chestnut. Korea Rural Economics Institute. pp. 77-79.
- Tavarini, S., Degl'Innocenti, E., Remorini, D., Massai, R., and Guidi, L. 2009. Polygalacturonase and  $\beta$ -galactosidase activities in Hayward Kiwifruit as affected by light exposure, maturity stage and storage time. Scientia Horticulturae 120: 342-347.
- Xu, L. 1999. Use of ozone to improve the safety of fresh fruits and vegetables. Food Technology 53: 58-62.
- Yim, H., Kim, C.O., Shin, D.W., and Suh, K.B. 1980. Study on the storage of chestnut. Korean Journal of Food Science and Technology 12: 170-175.